植物保護學會會刊　36: 19～30, 1994

亮腹釉小蜂之雌性內生殖器官、卵吸收及產卵調節能力

錢景秦[1]　朱耀沂[2]　古琇芷[1]

1. 臺中縣霧峰鄉臺灣省農業試驗所應用動物系
2. 臺北市國立臺灣大學植物病蟲害學系

（接受日期：民國83年2月28日）

摘　要

錢景秦、朱耀沂、古琇芷　1994　亮腹釉小蜂之雌性內生殖器官、卵吸收及產卵調節能力　植保會刊　36:19-30.

亮腹釉小蜂（*Tamarixia radiata* (Waterston)）卵形成方式屬自生應變式策略。為瞭解不穩定棲所、缺乏適齡寄主環境下該蜂之適應性，乃利用隔離寄主與解剖方式在室內觀察雌蜂內生殖器官、卵吸收及產卵調節能力等。結果得知在25℃定溫下、祗供食純蜂蜜、無寄主柑橘木蝨（*Diaphorina citri* Kuwayama）之條件下，亮腹釉小蜂可藉卵吸收之方式維持原來或相近之繁殖力達10～20天，而在15℃定溫下，其產卵調節期雖可延長為30～40天，但繁殖力銳減。

（關鍵字：亮腹釉小蜂、卵吸收、繁殖策略、柑橘木蝨）

緒　言

亮腹釉小蜂（*Tamarixia radiata* (Waterston)，以下簡稱釉小蜂）為柑橘木蝨（*Diaphorina citri* Kuwayama，以下簡稱木蝨）之重要寄生蜂[8,10]。在臺灣，月橘（*Murraya paniculata* (L.) Jack）為木蝨之主要棲所，當該棲所未受嚴重擾亂時，該蜂可有效控制木蝨成蟲之族群於低密度下變動，且甚少出現木蝨之顯著遷飛；但在月橘與柑橘園中木蝨棲所受到干擾時，即降低釉小蜂對木蝨之抑制效果[4,10]。釉小蜂之卵形成（egg production）方式屬自生應變式（autogenous synovigenic）策略[5]，據Bell and Bohm[9]之綜論，採取應變式產卵繁殖策略之寄生蜂，在不適繁衍環境下常以卵吸收（oosorption）之方式調節產卵時機，從而保存生殖資源並獲得與寄生用適齡寄主同時發生之同律性（synchronism），進而提高子代之存活率。本文為深入探討當

棲所受擾亂致使寄生用適齡寄主缺乏時，釉小蜂對此種環境之適應性，乃針對該蜂之雌性內生殖器官之形態與發育情形、卵吸收及產卵調節能力等進行觀察，希冀有助於闡釋釉小蜂與木蝨間族群於不同棲所環境下之動態、開發釉小蜂之貯存技術、及訂定釉小蜂之保育措施等，進而增強該蜂對木蝨之抑制效果。

材料與方法

本試驗所用之寄主植物如廣東檸檬(*Citrus limonia* Osbeck)與月橘之栽植方法、供試木蝨與釉小蜂之蟲源、釉小蜂之接蜂方法、被寄生木蝨之飼育方法、及釉小蜂之產卵數與取食寄主數之計數方法等，如錢等[5]所述。

雌性釉小蜂內生殖器官之形態

釉小蜂雌蜂先經乙醚昏迷後，將蜂體側置在滴有蒸餾水之載玻片上，在立體顯微鏡下(Wild，接目鏡10x、接物鏡25x)以1支3號蟲針壓住蜂之胸部，用另一支3號蟲針壓住產卵管之基部並稍加用力拉出整個內生殖器官，截除產卵管及其它蟲體部分，然後參照Flanders[12]與Maple[20]之方法滴入醋酸洋紅(aceto-carmine)染色5～10分鐘。以濾紙拭淨多餘之醋酸洋紅後，再用Hoyer's solution封片。供顯微鏡鏡檢並繪圖或以位相差(phase contrast)顯微鏡照相之。

釉小蜂之卵吸收

將剛羽化之釉小蜂引入指形管(直徑1.5 cm，高7 cm)分別放置在15°與25℃定溫箱內，在不供應寄主情況下僅以純蜂蜜每日供飼直至雌蜂死亡爲止。在15℃處理組於引入蜂後之第10、20、30及40天，與在25℃處理組於引入蜂後之第1、2、3、10、20及30天，各移出1隻雌蜂依前項之方法在立體顯微鏡下進行解剖。此時除直接鏡檢計數該蜂腹腔內游離之脂肪顆粒數外，尚將卵巢製成玻片，就微卵管(ovariole)內卵之長度、卵黃蓄積(yolk deposition)情形、成熟卵數及卵母細胞(oocyte)之退化情形等，調查該蜂卵之形成與吸收作用。其中微卵管內卵長度大於0.18 mm、卵黃充實、卵膜完整者即爲成熟卵。卵母細胞變形縮小長度在0.18 mm 以下、卵黃部分被分解吸收、卵膜縐縮者爲被吸收中之卵。卵母細胞間有營養細胞群(nutritive cells)存在時則爲未成熟卵。在25℃下羽化當天與羽化後連續產卵3天之釉小蜂爲對照組。每一處理組進行30重複。

釉小蜂之產卵調節能力

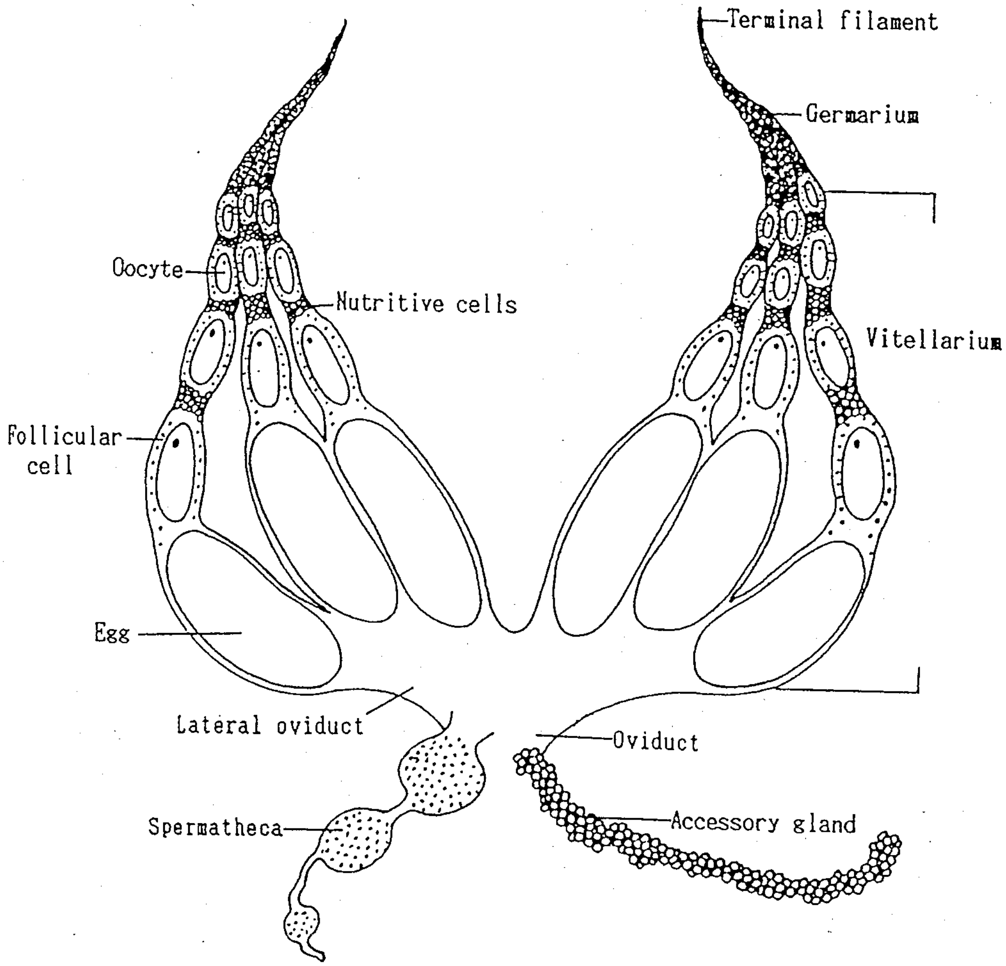
利用前項卵吸收中與產卵用寄主隔離之不同時間與兩種溫度處理後之釉小蜂(在25℃下經過1、2、及3天者除外)，各取1對移入25℃定溫箱，每日供應帶有產卵用第五齡木蝨若蟲20隻之月橘枝條直至雌蜂死亡爲止。其間記錄釉小蜂之壽命、產卵期、產卵數、取食寄主(host-feeding)數、日產卵型式、日取食寄主型式、及子代存活率與雌性比等。另以羽化當天之雌蜂爲對照組。每一處理組進行5重複。

試驗結果經變方分析(ANOVA)，再以最小顯著差(LSD)法比較處理間之差異性，顯著水準爲5%。遇百分率時，資料先予轉換(arcsin $\sqrt{x}$)再進行分析。

結 果

雌性釉小蜂內生殖器官之模式圖

釉小蜂雌性內生殖器官(圖一)包括1對卵巢，各由3條呈長形管狀之微卵管組成，屬營養細胞交互間列型(polytrophic type)，微卵管可分端絲部(terminal filament)、生殖原質部(germarium)及卵黃部(vitellarium)三部。卵母細胞與營養



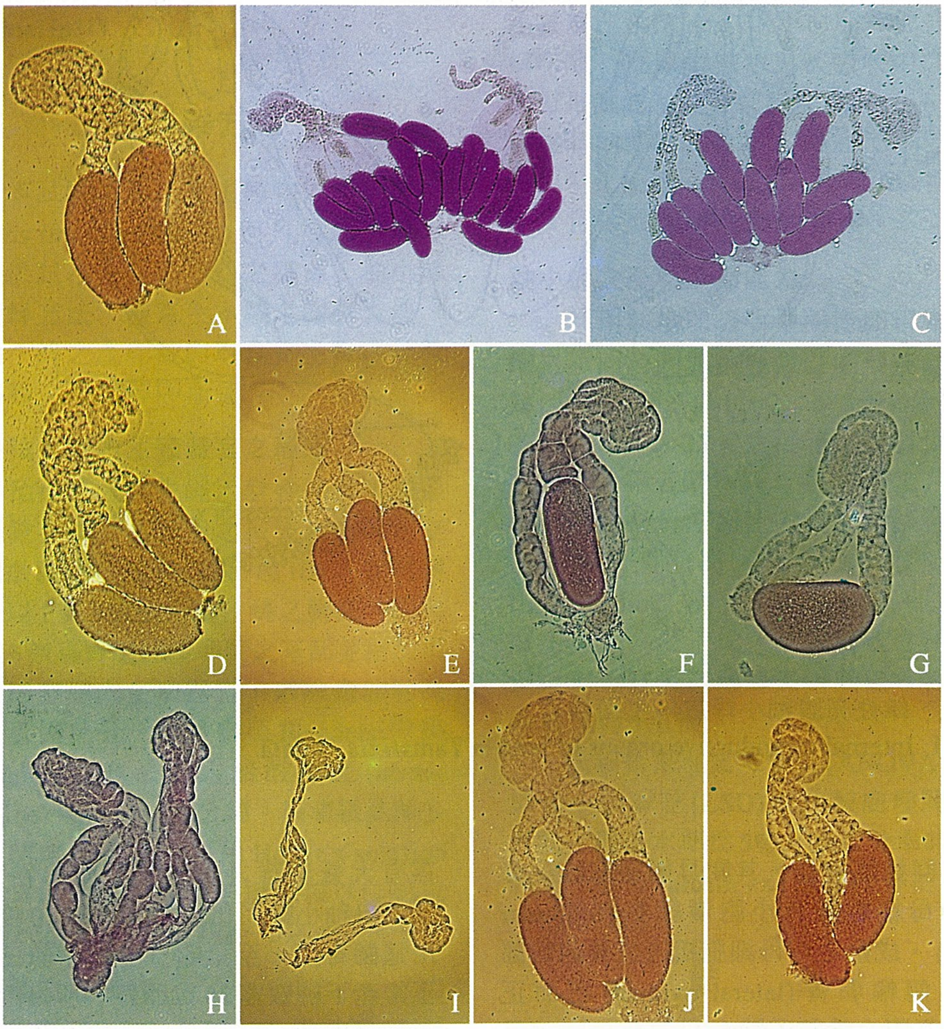
圖一、雌性亮腹釉小蜂之內生殖器官。
Fig. 1. Internal reproductive organs of female *Tamarixia radiata.*

細胞群相間排列，其間具明顯縮隘。每一卵母細胞被有小胞囊細胞 (follicular cells)，成熟之卵母細胞接近於輸卵管部分。側輸卵管 (lateral oviduct) 短而正常，不膨大為貯卵腔 (egg reservoir)。具受精囊 (spermatheca)。副腺 (accessory gland) 發達。

釉小蜂之卵吸收

釉小蜂之卵形成方式屬自生應變式產卵型。剛羽化雌蜂之微卵管內已具6粒完全發育之成熟卵 (圖二-A)，且腹腔內存有大量游離之脂肪顆粒體。在25 ℃下、自釉小蜂羽化後每天供應20隻寄生用適齡寄主，至第四日齡時除前三日已正常產下總數達35粒卵外，卵巢內尚有18粒成熟卵 (圖二-B)。而在25 ℃下，自羽化後不供應寄主，每日僅供食蜂蜜時，釉小蜂至第二日齡腹腔內之游離脂肪顆粒體逐漸減少，但微卵管內仍陸續形成成熟卵且增加到11粒卵 (圖二-C)；至第三日齡腹腔內之游離脂肪顆粒體已完全消失，微卵管內不再形成新成熟卵，且倒數第一個成熟卵開始分解而被

吸收；至第十日齡微卵管內仍有6粒成熟卵(圖二-D)；至第二十～二十四日齡，微卵管內原有之成熟卵幾被吸收，偶有剩餘1粒卵(圖二-F、H)。在15℃下、自羽化後不供應寄主、每日僅供食蜂蜜時，釉小蜂之卵吸收類似在25℃之下飼養者(圖二-E、G)，然至第三十日齡卵巢內之成熟卵與未成熟卵全被吸收，僅近生殖原質部保持完整，卵巢呈現如Wheeler[26]所稱之外表性之去勢(phasic castration)(圖二-I)。同時在卵吸收之過程中，無論在微卵管或輸卵管末端均未發現任何卵吸收後之殘餘物(egg remnants)。



圖二、在不同隔離寄主時間與溫度時亮腹釉小蜂之卵吸收情形。

Fig. 2. Oosorption of *Tamarixia radiata* under various durations of host deprivation at two temperature regimes. A: the 1st day after emergence (control, 25 ℃); B: the 4th day after emergence (control, 25 ℃); C: 1 day 、 25 ℃ ; D: 10 days 、 25 ℃ ; E: 10 days 、 15 ℃ ; F: 20 days 、 25 ℃ ; G: 20 days 、 15 ℃ ; H: 24 days 、 25 ℃ ; I: 30 days 、 15 ℃ (phasic castration); J: provided hosts for 2 days after 20 days host deprivation at 25 ℃ ; K: provided hosts for 5 days after 30 days host deprivation at 15 ℃ .

表一、在不同隔離寄主時間與溫度處理後亮腹釉小蜂雌蜂之壽命[1,2]

Table 1. Longevity in days of female adult *Tamarixia radiata* after various durations of host deprivation at two temperature regimes[1,2]

Duration of host deprivation (days)	Temperature (℃)	
	25℃	15℃
0	18.0±1.7c	21.2±1.6e
10	31.4±0.9b	27.8±1.2d
20	39.4±3.0a	34.6±0.7c
30	35.8±1.7ab	41.4±2.7b
40	–	49.4±2.6a

1) One female wasp was provided 20 5th-instar nymphs of *Diaphorina citri* daily under 25℃, 14:10 (L:D), and 100% RH, 5 replicates.

2) Means ($\bar{x}$ ± SEM) in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by LSD.

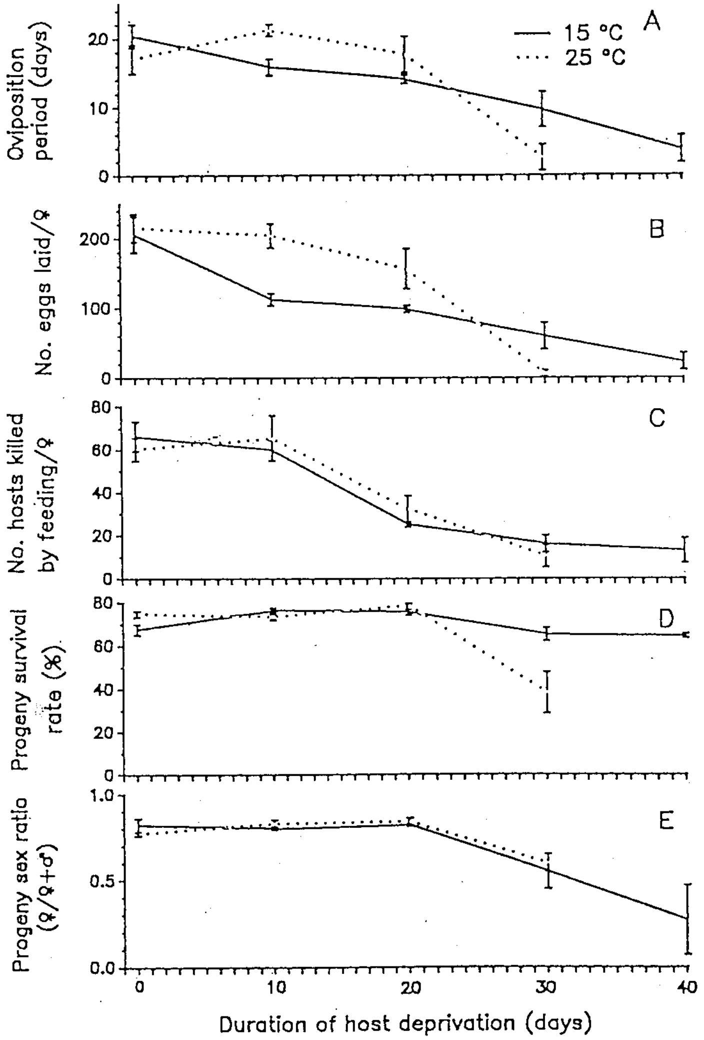
釉小蜂之產卵調節能力

壽命：由表一得知，釉小蜂雌蜂之壽命受到與產卵用寄主隔離之時間與溫度之影響，無論在15℃或25℃下雌蜂壽命均隨隔離時間之延長而增加。如在25℃下、經10～30天之隔離，每日供應寄主後雌蜂之壽命可長達31.4～39.4天，與羽化後立刻供應寄主之對照組壽命(18.0天)呈顯著差異。在15℃下、隔離時間為10～40天時，每日供應寄主後該蜂之壽命(27.8～49.4天)亦明顯增長。

產卵期：由圖三-A得知，釉小蜂之產卵期亦受到與產卵用寄主隔離之時間與溫度之影響。在25℃下、經10～20天之隔離，每日供應寄主後釉小蜂之產卵期可長達17.8～21.2天，與羽化後立刻供應寄主之對照組產卵期(17.0天)無顯著差異；但隔離時間長達30天時，該蜂之產卵期僅為2.2天，與對照組之產卵期呈顯著差異。在15℃下、經10、20、30及40天之隔離時間，每日供應寄主後釉小蜂之產卵期亦明顯縮短，各為15.8、14.0、9.6及3.8天，與對照組之產卵期(20.4天)呈顯著差異。

產卵數：釉小蜂經與產卵用寄主隔離之不同時間與溫度處理後，兩者對其產卵數之影響如圖三-B。單就隔離時間而言，在兩種不同溫度下釉小蜂之產卵數均隨隔離時間之延長呈下降之趨勢。其中僅在25℃下隔離10天時之產卵數(204粒卵)與羽化後立刻供應寄主之對照組產卵數(215粒卵)間無顯著差異，而在25℃下隔離20天時之產卵數(156粒卵)、或其它各處理組之產卵數(6～112粒卵)則較對照組略少或大幅減少。另單就溫度之處理，顯示當隔離時間為20天時，25℃處理組之產卵數(156粒卵)較15℃處理組之產卵數(98粒卵)多且差異顯著，而隔離時間延長為30～40天時，亦即超過在25℃下該蜂之生理壽命時，15℃處理組之釉小蜂仍可產23～59粒卵，與25℃處理組之產卵數呈顯著差異。

取食寄主數：由圖三-C得知，釉小蜂之取食寄主數受到與產卵用寄主隔離之時間與溫度之影響。在25℃或15℃下、祇要隔離時間不超過10天，其後該蜂之取食寄主數仍為60～65隻木蝨，與羽化後立即供應寄主之對照組取食寄主數(60～66隻木蝨)無顯著差異，但隔離時間延長達20～30天時，取食寄主數即

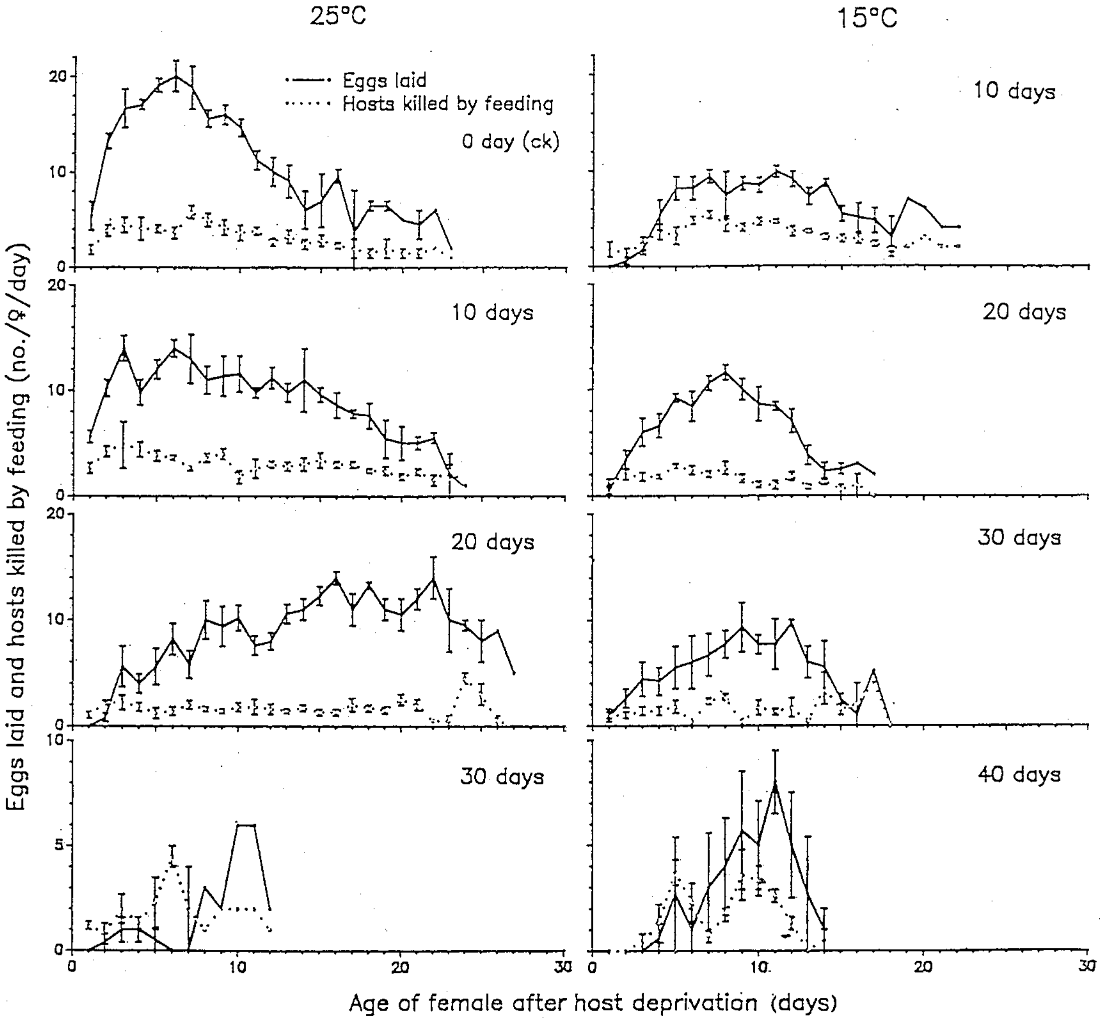


圖三、經不同隔離寄主時間與溫度處理後亮腹釉小蜂之繁殖力與取食寄主數。

Fig. 3. Reproduction and host-feeding capabilities of *Tamarixia radiata* after various durations of host deprivation at two temperature regimes. A: oviposition period (days); B: no. eggs laid/♀; C: no. hosts killed by feeding/♀; D: survival rate of progeny (%); E: progeny sex ratio (♀/♀+♂). One female wasp was provied 20 5th-instar nymphs of *Diaphorina citri* daily under 25 ℃, 14:10 (L:D), and 100% RH, 5 replicates.

迅速下降，僅爲10～32隻木蝨。

日產卵型式：由圖四得知，釉小蜂僅在25℃下隔離10天者之日產卵型式與羽化後立刻供應寄主之對照組日產卵型式相近。此時供應寄主後當日可產下5.6粒卵，且自第二日起每日產下9.6～14.0粒卵，維持近15天之產卵盛期；至於其它處理組之開始產卵日期、產卵盛期之發生與持續日期、及產卵盛期間之日產卵數等，均受到與產卵用寄主隔離之時間與溫度之影響。如在25℃下隔離20天者，供應寄主後當日之產卵數爲0，至第十三日才開始爲期12天之產卵盛期，其間每日產9.5～14.0粒卵。在15℃下隔



圖四、經不同隔離寄主時間與溫度處理後亮腹釉小蜂之日產卵與取食寄主型式。

Fig. 4. Daily oviposition and host-feeding patterns of *Tamarixia radiata* after various durations of host deprivation at two temperature regimes. One female wasp was provied 20 5th-instar nymphs of *Diaphorina citri* daily under 25 ℃, 14:10 (L:D), and 100% RH, 5 replicates.

離10～30天者，供應寄主後當日之產卵數爲0～1粒卵，至第五或第八日起才開始爲期5～10天之產卵盛期，其間每日產7.2～9.8粒卵。另在25 ℃下隔離30天、或在15 ℃下隔離40天者，各經1.5天(1～3天)與6天(3～9天)才開始產卵，且無連續之產卵盛期，釉小蜂一生中每日之產卵數各在0～6與0～8粒卵。

日取食寄主型式：釉小蜂經與產卵用寄主隔離之不同時間與溫度處理後之取食寄主情形如圖四。釉小蜂除在15 ℃下隔離40天者外，各處理組待供應寄主後當日即可取食寄主，同時各處理組間之日取食寄主型式大致相同，僅每日之取食量間有差異。如在15°與25 ℃下隔離10天者，供應寄主後之日取食寄主量終生維持在2～4隻木蝨；在15 ℃或25

℃隔離20～30天者，供應寄主後之日取食寄主量終生維持在1～2隻木蝨。

子代存活率與雌性比：由圖三-D、E得知，在供食蜂蜜之情況下，不論釉小蜂與寄主隔離時之溫度爲15℃或25℃，祗要隔離時間不超過20天，即不影響該蜂子代之存活率(74～75%)與雌性比(0.80～0.83)。但若隔離時間超過20天以上，該蜂子代之存活率與雌性比即迅速下降，各爲38～67%與0.27～0.55。

討 論

寄生蜂卵之形成方式，Flanders[13]與Price[23]曾分別提出營養性胚胎膜(hydropic)與非營養性胚胎膜(anhydropic)兩型及原定式產卵(pro-ovigenic)與應變式產卵兩型。同時Price[23]認爲寄生蜂形成卵之策略與寄主之生態有密切關係，當寄主爲如鱗翅目幼齡幼蟲等具有高度群集性時，寄生蜂所採用之策略屬原定式產卵；當寄生於如鱗翅目之蛹等發生量較少且分布較分散之寄主時，則採取應變式產卵策略。至於此兩種卵形成方式之特性，Price[23]認爲採取原定式產卵(亦即營養性胚胎膜型)策略之寄生蜂，在羽化時卵巢內之成熟卵已全部或幾近全部形成，並貯存於變形之輸卵管內；然卵小型，幾無卵黃，胚胎膜具滲透性，當行內寄生或多胚生殖時，可經此膜自寄主體液獲得養分供胚胎發育；輸卵管膨大而成貯卵腔；雌蜂壽命短，產卵期短，產卵速度快，日產卵數變化較大，無取食寄主之習性；排卵(ovulation)爲自發性；將卵貯存於貯卵腔內而調節產卵；如*Bathyplectes anurus* (Thomson)、*B. curculionis* (Thomsom)、*B. stenostigma* (Thomson)等姬蜂之產卵策略屬於此一型式[14]。至於採取應變式產卵(亦即非營養性胚胎膜型)策略者，雌蜂羽化後卵巢內持續形成成熟卵；卵大型，充滿卵黃，胚胎膜爲不具滲透性之非營養膜；輸卵管短而正常；爲內或外寄生者；雌蜂壽命長，日產卵數依微卵管數而約爲固定，產卵期長，產卵速度較慢，雌蜂藉取食寄主之方式獲得營養並供成熟卵之持續形成；排卵受外界因子影響而非自發性；以卵吸收方式調節產卵時機；如兩種釉小蜂 *Chrysocharis pentheus* Walker[25]與*Tetrastichus incertus* (Ratzeburg)[16,24]、或一種黃金小蜂*Nasonia vitripennis* (Walker)[18]之產卵策略屬於此一型式。由本試驗結果得知，無論自釉小蜂雌性內生殖器官側輸卵管之形態(圖一)、卵巢內成熟卵之形態(圖二)、或雌蜂之日產卵數之變化及取食寄主行爲與取食數(圖三、四)、及無寄主存在時雌蜂之卵吸收與產卵時機之調節(圖二、四)等資料，均顯示釉小蜂之繁殖屬K策略，且卵形成方式爲應變式產卵策略型。另由寄主木蝨之繁殖亦爲K策略，如一代發育期爲10～27天、成蟲壽命長達100天以上、產卵前期依寄主植物嫩芽而在17～60天之間、產卵期長達30～80天、雌蟲日產卵數爲5～35粒卵、一生產200～870粒卵等[1]，似更彰顯釉小蜂之應變式產卵策略係爲適應木蝨之生態。

卵吸收爲昆蟲繁殖策略中之一特殊型式，當有不利其行爲、生理或生態等因子(如營養不足、未交尾、未受精、缺少雄蟲費洛蒙、產卵阻礙(生殖管道物理上之遮斷、缺乏產卵地點、寄主數不夠)及季節(溫度、光周期)等)存在時，可藉卵吸收(即卵母細胞之退化與卵黃營養之再吸收)方式、或卵吸收與卵形成併行方式，暫時中止正常之排卵周期(ovulatory cycles)，以保存生殖資源並確保子代存活率之適應，進而提高繁殖之經濟效益[9]。過去在有關昆蟲繁殖之研究中，卵吸收僅被視爲不正常之現象、或被認爲卵巢發育受阻之結果，但據Bell and

Bohm[9] 之報導，卵吸收爲寄生蜂控制卵巢功能中極重要之一種機制，且與寄生蜂高度搜尋寄主能力有密切關係。由本試驗結果得知，釉小蜂羽化後不論在25℃或15℃定溫下，不供應寄主僅供食純蜂蜜時，均發生卵吸收之現象，且其程度依不供應寄主之期間更趨明顯。如釉小蜂當隔離寄主期間不到10天時，其卵吸收方式爲先不再形成新成熟卵，繼之吸收約1/2之成熟卵，而保留另一半之成熟卵伺機產下(圖二-D、E)；但時間稍久後(20天以上)，此等保留之成熟卵仍被完全吸收(圖二-H)；而時間再久(15℃，隔離寄主30天)，卵巢則呈外表性之去勢(圖二-I)；可是一旦取食寄生齡期之寄主後，卵巢內又形成新成熟卵且正常產下(圖二-J、K，圖三)。顯示釉小蜂當缺乏產卵用寄主時，確可藉卵吸收之方式提高繁殖之經濟效益。但由於卵構造之不同，卵膜未幾丁質化，因而在微卵管與輸卵管內並無類似一種跳小蜂 *Leptomastix dactylopii* Howard之卵母細胞經卵吸收後之殘餘物，藉供計數已被吸收之卵數[19]。

昆蟲之調節生殖機制相當複雜，且依種類而異。其中已知者爲腦神經分泌細胞(cerebral neurosecretion)接受經由取食、交尾或環境信息等所產生之訊息反應，進而活化咽喉側腺(corpus allatum)分泌青春激素(juvenile hormone)，藉此促成卵黃原蛋白(vitellogenin)在脂肪體(fat body)內之合成與釋出，及促使小包囊細胞間形成空隙，允許血液中之卵黃原蛋白通過並接近卵母細胞表面而進入蓄積[11,21,22]。另蚊類或吸血椿象(*Rhodnius* sp.)之成熟卵母細胞或卵萼(calyx)能產生抑制性之反饋作用，抑制未成熟卵母細胞之發育[21]。本試驗結果與筆者等已往之資料顯示，釉小蜂雌蜂之交尾[5]與位在微卵管基部成熟卵之存在(圖二-A、C)，均不影響成熟卵之產下與未成熟卵之發育；而取食非寄生適齡寄主體液與非寄主性食物(蜂蜜、花粉、酵母抽出物、蜜露)亦不能刺激新成熟卵之形成[7]；僅寄生用適齡寄主之存在可促進釉小蜂之卵形成與產卵[5,7](圖二-J、K，圖三-A、B、C，圖四)。且證明在25℃之下無寄主供應、祇供食純蜂蜜時，釉小蜂可藉卵吸收經10～20天後尚可維持原來或相近之繁殖力；若在15℃之下經30～40天後，釉小蜂雖可產卵，但此時之產卵數與子代雌性比均銳減(圖三)。

棲所穩定性對生物防治效果之影響甚大，因此生物防治多應用於森林或多年生果樹之害蟲上。Force[15] 認爲採用應變式產卵策略之寄生蜂，在果園內之穩定環境下更易發揮其生物防治上之效能。月橘與柑橘雖均屬多年生植物，在臺灣，月橘綠籬通常每隔3～4個月修剪一次，又柑橘園中之屢次施藥與柑橘不連續之萌芽期等，均對棲所之穩定性有負面之效果，進而直接或間接影響棲息於其上之木蝨與木蝨寄生蜂之發生密度。尤其對棲息於月橘上釉小蜂之衝擊最大，紅腹跳小蜂(*Diaphorencyrtus diaphorinae* (Lin and Tao))次之，木蝨最小[3,4,10]。本試驗結果亦顯示在25℃下缺乏寄生用之適齡寄主時，釉小蜂雖可以卵吸收延後其產卵期達10～20天，但在夏季月橘經大幅修剪後，往往需經26～33天才出現寄生用之適齡寄主[4]，而此已超過釉小蜂之壽命與調節產卵期限。反觀寄主木蝨，當月橘被修剪再發芽時，木蝨不僅可順利產卵且由於適當產卵場所(新芽)之增多引發產卵數之增加。換言之，釉小蜂僅在棲所穩定之狀況下，對木蝨才能發揮高度之控制能力，使木蝨成蟲在低密度下穩定消長並減少其遷飛機會。

在生物防治之整個過程中，爲適時釋放足夠之天敵，天敵之大量飼育與貯存技術之開發即成必備之條件。後者即

包括貯藏之蟲期、溫度、食物及期限等。據錢等[6,7]報導釉小蜂之貯存蟲期以成蜂較適，且雌蜂在15℃下、每日供食純蜂蜜時，壽命達45.5 ± 2.9天顯著較25℃下之壽命(22.5 ± 0.8天)長。但由本試驗結果得知，釉小蜂雌蜂在15℃下、每日供食純蜂蜜條件貯存30～40天後，繁殖力銳減；反而該蜂之最適貯存溫度爲25℃。因而顯示貯存釉小蜂之最適條件，爲雌蜂在25℃下、每日供食純蜂蜜、貯存10～20天(圖三、四)。

由釉小蜂之生活史與有關族群生態之研究中得知，該蜂爲木蝨之有效寄生蜂[4,5,6,10]。但由本試驗結果得知，該蜂對不穩定棲所之適應力較弱，爲讓釉小蜂發揮對木蝨更大之抑制效果，應盡量避免全面性之過度修剪月橘及不施藥劑，儘可能維持月橘棲所之穩定性。至於在柑橘園內，由於1隻帶毒之木蝨成蟲即能媒介黃龍病(huanglungbin=likubin=greening)[2]、且柑橘園內不連續之芽期與施藥不利釉小蜂活動、及木蝨對藥劑敏感等[4]，因而爲減少柑橘之罹病率，在柑橘園內木蝨之防治可忽略釉小蜂之應用，而側重柑橘園之栽培管理與藥劑防治[1,10,17,27]。

謝　　辭

本文承翁振宇先生協助繪製雌蜂內生殖器官圖及攝製卵吸收圖片，謹此致謝。

引用文獻

1. 林秀貞、柯永發、陶家駒　1973　木蝨之生態觀察與其防除試驗。中國園藝　19:234-242。
2. 許長藩、夏雨華、李開本、柯沖　1990　柑橘黃龍病的病原在木蝨體內循回期的研究。植物病理學報　20:25-31。
3. 錢景秦　1992　柑橘木蝨外寄生蜂－亮腹釉小蜂之生活習性與族群生態。國立臺灣大學植物病蟲害學研究所博士論文　138 pp.　臺北。
4. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷　1991a　柑橘木蝨之生物防治 II. 亮腹釉小蜂與紅腹跳小蜂對柑橘木蝨之防治效果評估。中華昆蟲　11:25-38。
5. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷　1991b　亮腹釉小蜂(*Tamarixia radiata*)之形態、生活史及其寄生策略。中華昆蟲　11:264-281。
6. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷　1993　溫度對亮腹釉小蜂之族群增長、致死柑橘木蝨能力及貯存之影響。中華昆蟲　13:111-123。
7. 錢景秦、朱耀沂、古琇芷　1994　食物對亮腹釉小蜂之壽命、卵形成及族群增長之影響。植保會刊　36(2):(印刷中)。
8. Aubert, B., and Quilici, S. 1984. Biological control of the African and Asian citrus psyllids (Homoptera: Psylloidea), through eulophid and encyrtid parasites (Hymenoptera: Chalcidoidea) in Reunion Island, *in* Proc. 9th Conf. Intern. Organization Citrus Virol. (S. M. Garnsey, L. W. Timmer, and J. A. Dodds eds.), pp. 100-108. Riverside, CA.
9. Bell, W. J., and Bohm, M. K. 1975. Oosorption insects. Biol. Rev. 50:373-396.
10. Chien, C. C., and Chu, Y. I. 1993. Biological control of the citrus psyllid, *Diaphorina citri* in Taiwan, *in* Proceedings International Symposium on the Use of Biological Control Agents under Integrated Pest Management, pp. 186-208. Fukuoka.

11. Engelmann, F. 1969. Female specific protein: biosynthesis controlled by corpus allatum in *Leucophaea maderae* . Science 165:407-409.
12. Flanders, S. E. 1935. An apparent correlation between the feeding habits of certain pteromalids and the condition of their ovarian follicles. Ann. Entomol. Soc. Am. 28:438-444.
13. Flanders, S. E. 1942. Oosorption and ovulation in relation to oviposition in the parasitic Hymenoptera. Ann. Entomol. Soc. Am. 35:251-266.
14. Flanders, S. E. 1950. Regulation of ovulation and egg disposal in the parasitic Hymenoptera. Can. Entomol. 82: 134-140.
15. Force, D. C. 1972. r- and K-strategists in endemic host-parasitoid communities. Bull. Entomol. Soc. Am. 18:135-137.
16. Horn, D. J. 1969. Oviposition behavior of *Tetrastichus incertus*, a parasite of the alfalfa weevil. J. Econ. Entomol. 63:303-304.
17. Ke, C. 1991. The present status of citrus huanglungbin and its control in China, *in* Proc. 6th Intern. Asia Pacific Workshop Integrated Citrus Health Management (C. Ke, and S. B. Osman eds.), pp. 10-14. Kuala Lumpur.
18. King, P. E., and Richards, J. G. 1968. Oosorption in *Nasonia vitripennis* (Hymenoptera: Pteromalidae). J. Zool., London 154:495-516.
19. Lloyd, D. C. 1966. Some aspects of resorption in *Leptomastix dactylopii* How. (Hymenoptera, Encyrtidae). Entomophaga 11:365-381.
20. Maple, J. D. 1937. The biological of *Ooencyrtus johnsoni* (Howard), and the role of the egg shell in the respiration of certain encyrtid larvae (Hymenoptera). Ann. Entomol. Soc. Am. 30:123-154.
21. Mordue, W., Goldsworthy, G. J., Brady, J., and Blaney, W. M. 1980. Insect physiology. Blackwell Scientific Publications. Oxford. 108 pp.
22. Pan, M. L., Bell, W. J., and Telfer, W. H. 1969. Vitellogenic blood protein synthesis by insect fat body. Science 165:393-394.
23. Price, P. W. 1974. Strategies for egg production. Evolution 28:76-84.
24. Streams, F. A., and Fuester, R. W. 1967. Biology and distribution of *Tetrastichus incertus*, a parasite of the alfalfa weevil. J. Econ. Entomol. 60: 1576-1579.
25. Sugimoto, T., Imoarai, T., and Tsuji, H. 1983. Oosorption in eulophid wasp, *Chrysocharis pentheus* Walker (Hymenoptera: Eulophidae). Appl. Entomol. Zool. 18:287-289.
26. Wheeler, W. M. 1910. The effect of parasitic and other kinds of castration in insects. J. Expt. Zool. 8:373-438. (cited by S. E. Flanders, 1935)
27. Xu, C. F., Wang, D. X., and Ke, C. 1991. Report of implementation of integrated control programme of citrus huanglungbin aiming at enovating old infected orchard in epidemic zone and protecting new non-infected orchard in non-epidemic zone, *in* Proc. 6th Intern. Asia Pacific Workshop Integrated Citrus Health Management (C. Ke, and S. B. Osman *eds.*), pp. 55-61. Kuala Lumpur.

ABSTRACT

Chien C. C.[1], Chu, Y. I.[2], and Ku, H. C.[1] 1994. **Oosorption and oviposition-regulating capability of the eulophid wasp, *Tamarixia radiata*, and its internal reproductive organs.** Plant Prot. Bull. 36:19-30. ([1.] Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan, R.O.C.; [2.] Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.)

Egg production of the eulophid wasp, *Tamarixia radiata* (Waterston), belongs to autogenous synovigenic strategy. Observations on female internal reproductive organs, oosorption and oviposition-regulating capability of *T. radiata* by vivisection and deprivation host in the laboratory were conducted to study its adaptation ability when suitable instar hosts were scarce under unstable habitats. The results showed that at 25 ℃, with honey as food and deprived host (*Diaphorina citri* Kuwayama), *T. radiata* could synchronize with its host by oosorption for 10 ~ 20 days without or with little effect on its reproduction. At 15 ℃, with honey as food and deprived host, the wasps extended oviposition-regulating period to 30 ~ 40 days, but decreased reproduction sharply.

(Key words: *Tamarixia radiata*, oosorption, reproduction strategy, *Diaphorina citri*)